

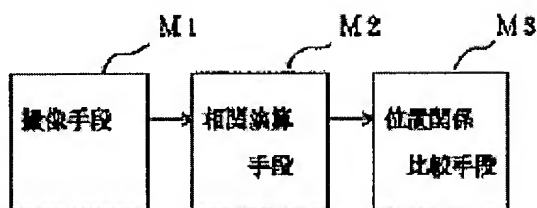
FACE DETECTOR

Patent number: JP9044676
Publication date: 1997-02-14
Inventor: NISHIDA MAKOTO
Applicant: TOYOTA MOTOR CORP
Classification:
- international: B60K28/06; G06T1/00; G06T7/00; G08B21/00;
H04N7/18; B60K28/00; G06T1/00; G06T7/00;
G08B21/00; H04N7/18; (IPC1-7): G06T7/00;
B60K28/06; G06T1/00; G08B21/00; H04N7/18
- european:
Application number: JP19950196806 19950801
Priority number(s): JP19950196806 19950801

Report a data error here

Abstract of JP9044676

PROBLEM TO BE SOLVED: To exactly detect the feature point of face image by performing correlative arithmetic by scanning the face image while using a template corresponding to the feature point of face, deciding the candidate points of feature point when they exceeds a prescribed threshold value, and providing the candidate point having position relation similar to the position relation of feature point out of the combination of those candidate points. **SOLUTION:** The image of the face of a reagent is picked up, and the face image is provided by an image pickup means M1. Next, the correlative arithmetic is performed by a correlative arithmetic means M2 while using plural templates prepared in advance corresponding to the respective feature points of face. Next, a position relation comparing means M3 detects the feature point of face image by finding the combination of candidate points having the position relation similar to the position relation of plural feature points on face prepared in advance out of the combination of candidate points of feature points. Thus, since the plural candidate points are permitted for the plural feature points, the feature points are not missed and because of the combination of candidate points having the position relation similar to the position relation of respective feature points, erroneous detection can be prevented.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平9-44676

(43)公開日 平成9年(1997)2月14日

(51)Int.Cl. ⁶	識別記号	序内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 6 T 7/00		9061-5H	G 0 6 F 15/70	4 6 0 A
B 6 0 K 28/06			B 6 0 K 28/06	A
G 0 6 T 1/00			G 0 8 B 21/00	Q
G 0 8 B 21/00			H 0 4 N 7/18	D
H 0 4 N 7/18			G 0 6 F 15/62	3 8 0
審査請求 未請求 請求項の数2 O L (全 7 頁)				

(21)出願番号 特願平7-196806

(22)出願日 平成7年(1995)8月1日

(71)出願人 000003207

トヨタ自動車株式会社

愛知県豊田市トヨタ町1番地

(72)発明者 西田 誠

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

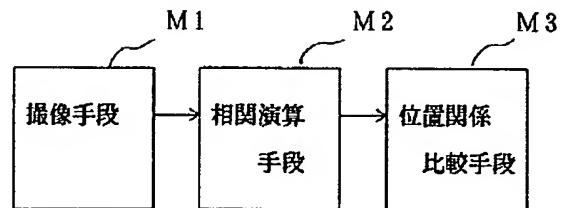
(74)代理人 弁理士 伊東 忠彦

(54)【発明の名称】 顔面検出装置

(57)【要約】

【課題】 運転者が変わった場合、顔向きが変化した場合や、カメラから運転者までの距離が変化した場合等においては顔画像とテンプレートとの相関度が変化するために、例えば顔画像における眉や鼻等を目と誤って抽出することがあるという問題があった。

【解決手段】 相関演算手段M2は、予め用意されている顔の複数の特徴点にそれぞれ対応する複数のテンプレートを用いて顔画像を走査して相関演算を行い、相関度が所定の閾値を超えたとき各特徴点の候補点とする。位置関係比較手段M3は、各特徴点の候補点の組合わせのうち、予め用意されている顔の複数の特徴点の位置関係と相似な位置関係となる候補点の組合わせを見付け特徴点を検出する。このため、複数の特徴点夫々で複数の候補点が許されるので特徴点の見落としがなくなり、各特徴点の位置関係と相似な位置関係の候補点の組合わせから誤りなく顔画像の特徴点を検出することができる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 被験者の顔を撮像して顔画像を得る撮像手段と、

予め用意されている顔の複数の特徴点にそれぞれ対応する複数のテンプレートをを用いて上記顔画像を走査して相関演算を行い、相関度が所定の閾値を超えたとき各特徴点の候補点とする相関演算手段と、

上記各特徴点の候補点の組合わせのうち、予め用意されている上記顔の複数の特徴点の位置関係と相似な位置関係となる候補点の組合わせを見付けることにより上記顔画像における特徴点を検出する位置関係比較手段とを有することを特徴とする顔面検出装置。

【請求項2】 請求項1記載の顔面検出装置において、前記相関演算手段は、複数の特徴点毎に相関度の閾値を異ならしめたことを特徴とする顔面検出装置。

【発明の詳細な説明】**【0001】**

【発明の属する技術分野】本発明は顔面検出装置に関し、特に撮像して得られた被験者の顔画像から顔面の特徴点を検出する顔面検出装置に関する。

【0002】

【従来の技術】従来より、車両運転者の運転状態を検出するために、運転者の顔を撮像し、顔の方向又は視線の方向を監視することが提案されている。例えば、特開平6-243367号公報には、運転者の顔を撮像し、顔画像から顔の特徴点として両眼の目頭と唇の両端の4点を抽出し、顔が中心線に関して対称であることに基づいて、抽出した4点を作る等脚台形の方法を求め、顔の方向を計算している。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】従来技術で顔画像の特徴点を抽出する際には、顔の特徴点のテンプレートつまり目テンプレート、口テンプレートをを用い、顔画像上で上記テンプレートを順次走査して画像とテンプレートとの相関演算を行い、相関度が所定の閾値を超えたとき目、口の特徴点を抽出することが考えられる。

【0004】しかし、運転者が変わった場合、顔向きが変化した場合、カメラから運転者までの距離が変化した場合、外光が変化した場合等においては顔画像とテンプレートとの相関度が変化するために、相関度の閾値を高くすると特徴点を抽出できなくなる。これをなくすため相関度の閾値を低くすると、例えば顔画像における眉や鼻等を目と誤って抽出することがあるという問題があった。

【0005】本発明は上記の点に鑑みなされたもので、相関演算で得た各特徴点の候補点の組合わせのうち顔の特徴点の位置関係と相似な位置関係の候補点の組合わせを見付けることにより、顔の特徴点を見落しなく、かつ誤りなく高精度に検出できる顔面検出装置を提供することを目的とする。

【0006】

【課題を解決するための手段】請求項1に記載の発明は図1に示す如く、被験者の顔を撮像して顔画像を得る撮像手段M1と、予め用意されている顔の複数の特徴点にそれぞれ対応する複数のテンプレートをを用いて上記顔画像を走査して相関演算を行い、相関度が所定の閾値を超えたとき各特徴点の候補点とする相関演算手段M2と、上記各特徴点の候補点の組合わせのうち、予め用意されている上記顔の複数の特徴点の位置関係と相似な位置関係となる候補点の組合わせを見付けることにより上記顔画像における特徴点を検出する位置関係比較手段M3とを有する。

【0007】このため、複数の特徴点夫々で複数の候補点が含まれるので特徴点の見落としがなくなり、各特徴点の位置関係と相似な位置関係の候補点の組合わせから誤りなく顔画像の特徴点を検出することできる。請求項2に記載の発明は、請求項1記載の顔面検出装置において、前記相関演算手段は、複数の特徴点毎に相関度の閾値を異ならしめる。

【0008】このため、顔のいくつかの特徴点のうち、像のコントラストの大小や個人差の大小に応じて、各特徴点に最適の閾値を設定でき、特徴点の抽出精度を向上できる。

【0009】

【発明の実施の形態】図2は本発明のブロック図を示す。同図中、運転者の顔を撮像する撮像手段M1としてのカメラ10は車両の所定位置に取付られており、カメラ10で撮像された運転者の顔の画像信号はD/Aコンバータ11でデジタル化されて画像メモリ12に格納される。また、ROM13には図3(A)、(B)、(C)に示す如き目、鼻、口のテンプレート及び同図(D)に示す如き目、鼻、口の位置関係が予め格納されている。

【0010】画像処理回路14は正規化部及び相関演算部を有しており、画像メモリ12に格納されている顔画像の濃淡正規化処理を行った後、ROM13からロードしたテンプレートをを用いて上記顔画像を走査して相関演算を行い、目、鼻、口夫々の候補点を抽出し、各部の候補点の中から目、鼻、口の位置関係を満足するものを抽出して、目、鼻、口夫々の位置を決定する。

【0011】図4及び図5は画像処理回路が実行する目検出処理のフローチャートを示す。この処理はイグニッションオン時、及び目のトラッキングを失敗したときに実行される。同図中、ステップS10ではROM13から図3(A)、(B)、(C)夫々に示す32×16画素の左目の目テンプレート、32×16画素の鼻テンプレート、64×16画素の口テンプレート夫々をロードする。次にステップS12でROM13から図3(D)に示す如き目の位置を原点(0, 0)とした鼻、口夫々の基準座標(Xn, Yn)、(Xm, Ym)をロードす

る。

【0012】次に、ステップS14で図6に示す如き512×512画素の顔画像を入力し、図3(A)、

(B)、(C)夫々に示す目テンプレート、鼻テンプレート、口テンプレート夫々で顔画像を走査して相関演算を行い、図7に示す目の相関分布、図8に示す鼻の相関

$$\gamma(x, y) = \sum_{x'=-\omega x/2}^{\omega x/2} \sum_{y'=-\omega y/2}^{\omega y/2} |I(x+x', y+y') - T(x', y')| \cdots (1)$$

【0014】但し、 $I(x, y)$ は顔画像上の座標 (x, y) の濃度値であり、 $0 < x < \omega x$, $0 < y < \omega y$, ωx , ωy 夫々はテンプレートの横方向、縦方向夫々の画素数である。また、 $T(x', y')$ はテンプレートブロック上での座標 (x', y') の濃度値である。図7、図8、図9夫々では相関分布値が小さい(相関度が高い)部分を暗く、相関分布値が大きい(相関度

分布、図9に示す口の相関分布夫々を算出する。ここでは、顔画像上の座標 (x, y) での相関分布 $\gamma(x, y)$ は次式で計算する。

【0013】

【数1】

が低い)部分を明るく表示している。つまり、暗いほど相関度が高い。

【0015】次にステップS18では図7、図8、図9夫々の目、鼻、口の相関分布について候補点を抽出して、目、鼻、口夫々毎に番号付けを行う。ここで、候補点は次の(2)式から(6)式を全て満足する点である。

$$\gamma(x, y) < \text{THR} \quad \cdots (2)$$

$$\gamma(x-1, y) - \gamma(x, y) > \text{THR}' \quad \cdots (3)$$

$$\gamma(x+1, y) - \gamma(x, y) > \text{THR}' \quad \cdots (4)$$

$$\gamma(x, y-1) - \gamma(x, y) > \text{THR}' \quad \cdots (5)$$

$$\gamma(x, y+1) - \gamma(x, y) > \text{THR}' \quad \cdots (6)$$

但し、THRは相関分布の閾値、THR'は相関分布の差分の閾値である。つまり、相関分布値が閾値THR未満で、隣接画素に対する相関分布値の差分が閾値THR'を超える点、即ち、図7、図8、図9で際立って暗い点を目、鼻、口夫々の候補点とする。

【0016】なお、目、鼻に対する相関分布の閾値を10000としたとき、その差分の閾値は200程度とする。また、口は目、鼻に比べて像のコントラストが低く、かつ個人差が大きいので、口に対する相関分布の閾値を5000とし、その差分の閾値は100とする。更に、鼻は目、口のように開閉動作がないため、鼻に対する相関分布の閾値を目の閾値より高めに設定しても良い。

【0017】これによって図7に矢印で示す目の候補点e1~e10、図8に矢印で示す鼻の候補点n1~n10、図9に矢印で示す口の候補点m1~m9が抽出される。上記のステップS16、S18が相関演算手段M2に対応する。このように、顔のいくつかの特徴である目、鼻、口夫々で像のコントラストの大小や個人差の大小に応じて、各特徴点に最適の閾値を設定でき、特徴点

の抽出精度を向上できる。

【0018】この後、ステップS20で目発見候補数nsを0にリセットし、ステップS22で目候補カウンタieを0にリセットし、ステップS24で鼻候補カウンタinを0にリセットし、ステップS26で口候補カウンタimを0にリセットする。

【0019】次のステップS28では、1又は複数の目の候補点、1又は複数の鼻の候補点、1又は複数の候補点について目、鼻、口の候補点を1つずつ選択した全ての組合わせを作り、各組合わせ毎に目の候補点に図3(D)の目の位置を重ね合わせたときの、鼻の基準座標(Xn, Yn)に対する鼻の候補点の誤差En、及び口の基準座標(Xm, Ym)に対する口の候補点の誤差Emを(7)~(9)式により算出する。但し、カメラから顔までの距離によって目の候補点と鼻、口夫々の候補点との間隔が異なるので、目の候補点と鼻の候補点とのX方向の間隔を図3(D)の目と鼻のX方向の間隔と一致するよう正規化しており、このために係数gを用いる。

【0020】

$$g = Xn / \{xn(in) - xe(ie)\} \quad \cdots (7)$$

$$En = \{ \{Xn - g \cdot (xn(in) - xe(ie))\}^2 + \{Yn - g \cdot (yn(in) - ye(ie))\}^2 \}^{1/2} \quad \cdots (8)$$

$$Em = \{ \{Xm - g \cdot (xm(im) - xe(ie))\}^2 + \{Ym - g \cdot (ym(im) - ye(ie))\}^2 \}^{1/2} \quad \cdots (9)$$

但し、 $xe(ie)$, $yn(ie)$ はie番目の目の候補点の顔画像上のx, y座標、 $xn(in)$, $yn(in)$ はin番目の鼻の候補点のx, y座標、 $xm(im)$, $ym(im)$ はim番目の口の候補点のx, y座

標である。

【0021】次に、ステップS30で誤差Enが所定の閾値THE未満、かつ誤差Emが閾値THE未満か、否かを判別する。En, Emが共に閾値THE未満であれ

ば、有力な目の候補点とみなし、図5のステップS32に進んで目の候補点 e_i の x, y 座標と誤差 $E_n + E_m$ とを記憶し、ステップS34で目発見候補数 ns を1だけインクリメントしてステップS36に進む。

【0022】またステップS30で $E_n \geq T_{HE}$ 又は $E_m \geq T_{HE}$ の場合は、この候補点の組合わせが図3

(D)の位置関係に合わないとして候補点を変更するためにステップS36に進む。ステップS36では口候補カウンタ im を1だけインクリメントし、ステップS38で im の値が口候補点の総数 N_m 未満か否かを判別し、 $im < N_m$ 未満であればステップS28に進んで処理を続ける。また $im \geq N_m$ であればステップS40で鼻候補カウンタ in を1だけインクリメントしてステップS42で in の値が鼻候補点の総数 N_n 未満か否かを判別し、 $in < N_n$ であればステップS26に進んで口候補カウンタ im を0にリセットする。

【0023】また、 $in \geq N_n$ の場合はステップS44で目候補カウンタ ie を1だけインクリメントしてステップS46で ie の値が目候補点の総数 N_e 未満か否かを判別し、 $ie < N_e$ 未満であればステップS24に進んで鼻候補カウンタ in を0にリセット、 $ie \geq N_e$ であればステップS48に進む。これによってステップS48に進む時点では目、鼻、口の候補の全ての組合わせについてステップS28、S30が実行される。

【0024】ステップS48では目発見候補数 ns が0か否かを判別する。 $ns = 0$ であれば図3(D)の位置関係を満足する目、鼻、口の候補点が無かった、つまり目の有力な候補点が無かったため、目の検出ができなかったとしてステップS14に進み、顔画像を再度入力して、上記の処理を繰り返す。 $ns > 1$ であればステップS50に進んで目発見候補数 ns で表わされる有力な候補のうち誤差 $E_n + E_m$ が最小である目の候補点を目として認識し、ステップS52で、この目候補点の座標を次のトラッキング処理に渡し、目の検出を行って処理を終了する。上記のステップS20～S50が位置関係比較手段M3に対応する。

【0025】このように、目、鼻、口夫々で複数の候補点が無くなるので特徴点の見落としがなくなり、各特徴点の位置関係と相似な位置関係の候補点の組合わせを見付けることから顔画像の特徴点である目、鼻、口を誤りなく検出することができる。

【0026】

【発明の効果】上述の如く、請求項1に記載の発明は被験者の顔を撮像して顔画像を得る撮像手段と、予め用意されている顔の複数の特徴点にそれぞれ対応する複数のテンプレートを用いて上記顔画像を走査して相関演算を行い、相関度が所定の閾値を超えたとき各特徴点の候補点とする相関演算手段と、上記各特徴点の候補点の組合わせのうち、予め用意されている上記顔の複数の特徴点の位置関係と相似な位置関係となる候補点の組合わせを見付けることにより上記顔画像における特徴点を検出する位置関係比較手段とを有するため、複数の特徴点夫々で複数の候補点が無くなるので特徴点の見落としがなくなり、各特徴点の位置関係と相似な位置関係の候補点の組合わせから誤りなく顔画像の特徴点を検出することができる。

【0027】また、請求項2に記載の発明は、請求項1記載の顔面検出装置において、前記相関演算手段は、複数の特徴点毎に相関度の閾値を異ならしめるため、顔のいくつかの特徴点のうち、像のコントラストの大小や個人差の大小に応じて、各特徴点に最適の閾値を設定でき、特徴点の抽出精度を向上でき、実用上きわめて有用である。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の原理図である。

【図2】本発明のブロック図である。

【図3】テンプレート及び目鼻口の位置関係を示す図である。

【図4】目検出処理のフローチャートである。

【図5】目検出処理のフローチャートである。

【図6】顔画像を示す図である。

【図7】目の相関分布を示す図である。

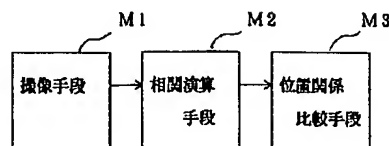
【図8】鼻の相関分布を示す図である。

【図9】口の相関分布を示す図である。

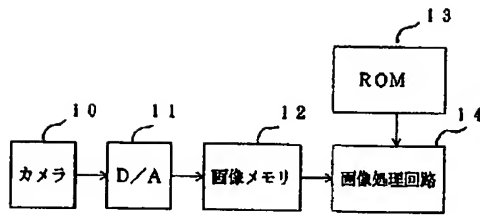
【符号の説明】

- 10 カメラ
- 11 D/Aコンバータ
- 12 画像メモリ
- 13 ROM
- 14 画像処理回路
- M1 撮像手段
- M2 相関演算手段
- M3 位置関係比較手段

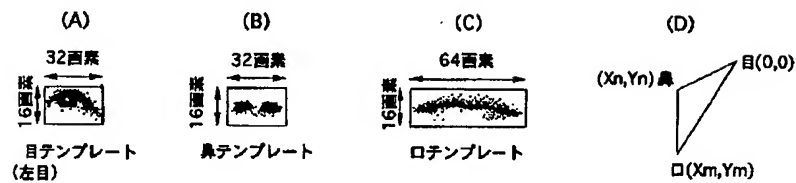
【図1】



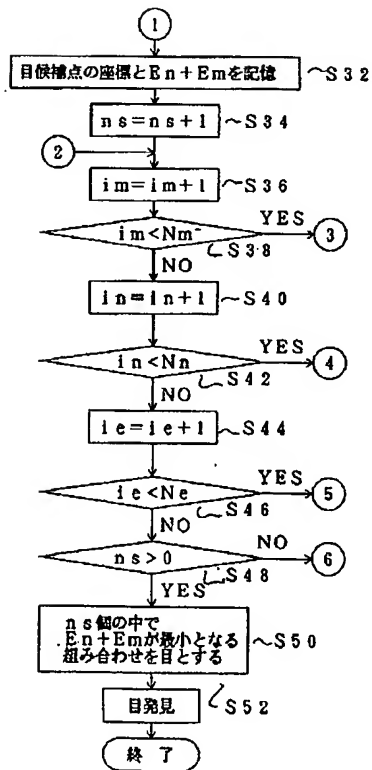
【図2】



【図3】



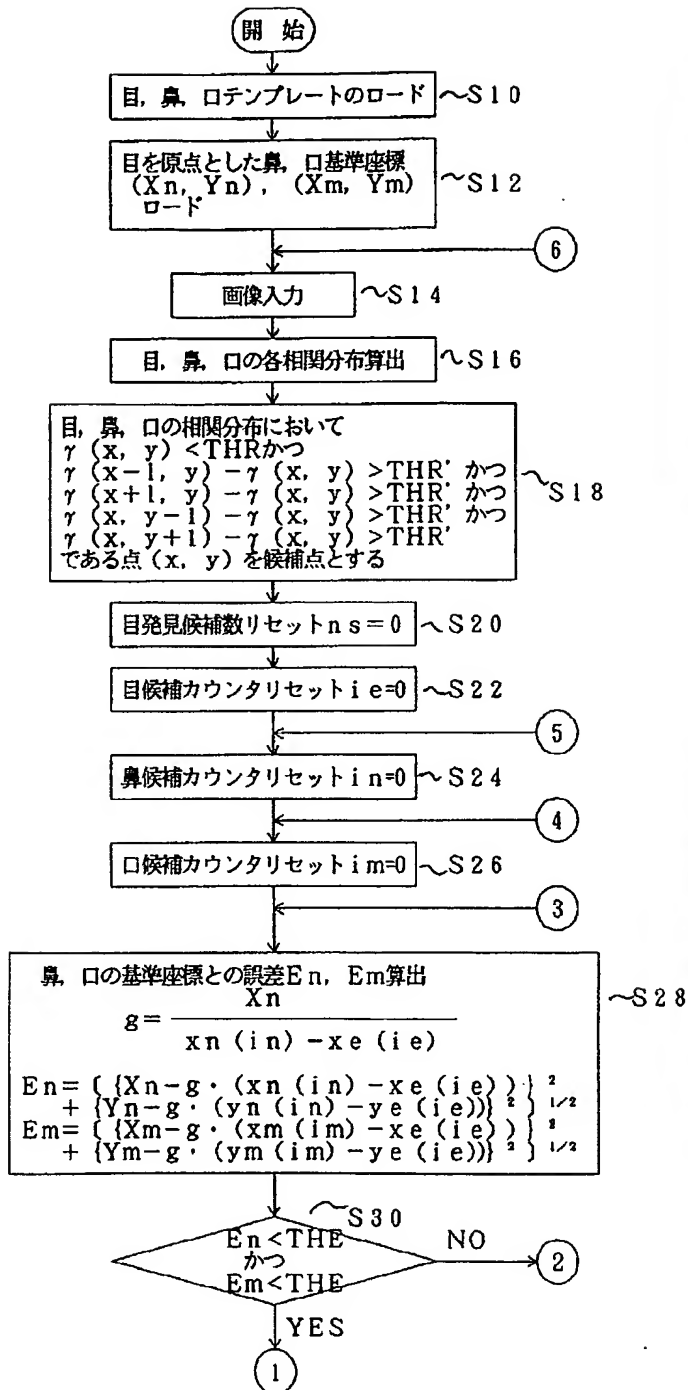
【図5】



【図6】

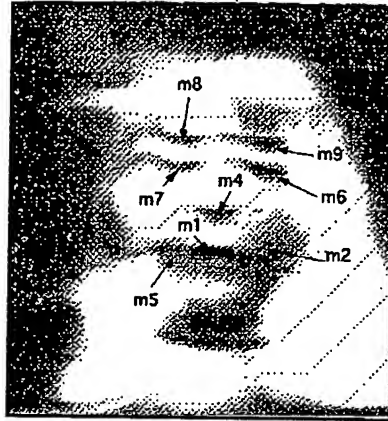


【図4】



【図9】

口の相関分布



【手続補正書】

【提出日】平成7年12月5日

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】図面の簡単な説明

【補正方法】変更

【補正内容】

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の原理図である。

【図2】本発明のブロック図である。

【図3】テンプレート及び目鼻口の位置関係を示す図である。

【図4】目検出処理のフローチャートである。

【図5】目検出処理のフローチャートである。

【図6】ディスプレイ上に表示させた場合の顔画像を示す写真である。

【図7】ディスプレイ上に表示させた場合の目の相関分布を示す写真である。

【図8】ディスプレイ上に表示させた場合の鼻の相関分布を示す写真である。

【図9】ディスプレイ上に表示させた場合の口の相関分布を示す写真である。

【符号の説明】

- 10 カメラ
- 11 D/Aコンバータ
- 12 画像メモリ
- 13 ROM
- 14 画像処理回路
- M1 撮像手段
- M2 相関演算手段
- M3 位置関係比較手段

BEST AVAILABLE COPY